

明渠水流—水质模型的格子 Boltzmann 方法^{*}

李毅能, 黄平

(中山大学环境科学与工程学院环境科学系, 广东 广州 510275)

摘要: 建立了一个明渠水流—水质的格子 Boltzmann 模型 (LBM), 经过 Chapman-Enskog 展开可以得出守恒形式的二维明渠浅水动力学方程组和对流扩散方程。对于浓度场, 针对各向异性的紊动扩散系数提出改进的简化 LBM 模型, 即松弛时间在纵向和横向不一致以及平衡分布函数不含流速的二阶项, 更符合宏观方程。数值模拟了污染物的非对称扩散稳态和对流扩散输送的二维稳态问题, 并与理论解进行了对比, 相对误差在 3% 以下。对于二维恒定流下事故瞬时排放污染物的动态扩散输送问题, 结果较好的反映了下游取水口处浓度增值随时间变化的高斯分布, 和一阶迎风有限体积通量向量分裂法 (FVS) 的计算结果对比相对误差不大于 1.8%。本模型具有很好的并行计算性能, 在环境污染模拟与预测的数值计算领域有着广阔的发展前景。

关键词: 格子 Boltzmann 方法; 浅水方程; 对流扩散; 守恒定律

中图分类号: TV 131.4; X 143 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2007) 06-0103-05

20 世纪 80 年代发展起来的格子 Boltzmann 方法, 相对于传统的数值计算方法主要有如下特点^[1-3]: ①边界处理简单, 且精度较高, 特别对于曲边界; ②总是符合物理守恒规律; ③对流算子为线性, 扩散或粘性项以代数形式代表。目前, 格子 Boltzmann 模型 (简称 LBM) 除了在一般的流体力学问题中得到成功的验证外, 还在湍流, 多相流, 多组分流, 多孔介质流, 化学反应扩散, 生物流场等相关领域得到较好的应用^[1, 3-9]。在水动力模拟上, 也进行了许多有益的研究, 如溃坝, 方柱绕流, 涌波的反射与绕射^[7-10]。近年来, 有学者建立了能符合浅水动力方程组的 LBM 模型 (简称 SWLBM), 成功地测试了其在不同水力条件下的应用能力, 证明该模型能用于模拟浅水流动^[11-13]。与此同时, 也有学者将 LBM 模型应用模拟悬浮粒子和被动粒子流并获得成功^[14-15]。然而, 针对浅水方程和对流扩散方程的耦合格子 Boltzmann 模型 (简称 CLBM) 研究缺少, 特别是在污染物的动态输送上的研究更是如此。Shan^[16]利用组合的 LBM 模型模拟了 Rayleigh-Benard 问题^[16], He 等也建立了计算热流和温度场的耦合格子 Boltzmann 模型^[17]。然而, 这些模型求解对流扩散方程的平衡分布函数中多出了流速的二阶项。由于对流扩散方程中没有流速的二阶项, Inamuro 等^[18]提出一个简化的 LBM 模型求解对流扩散方程, 此模型中平衡分布函数没有流速的二阶项, 且精度与格子空间精

度一致, 都是二阶精度。但是 Inamuro 提出的模型没有考虑扩散系数的各向异性, 而在环境污染模拟中扩散系数为紊动扩散系数, 具有各向异性的特点, 故本文提出改进的 LBM 模型, 通过引入纵向和横向不一致的碰撞松弛时间, 使推导出来的宏观方程的扩散系数具有各向异性。

本文还尝试建立了模拟污染物的动态输送的耦合水流—水质的格子 Boltzmann 模型 (CLBM), 在模型中利用 SWLBM 求解流场、改进的 LBM 求解对流扩散方程, 并用实例检验了 CLBM 在环境污染模拟中的能力。

1 二维明渠水流—水质方程组

二维明渠水流—水质的连续性方程、动量方程和对流扩散方程表示如下^[19]:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial (h u)}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial (h u)}{\partial t} + \frac{\partial (h u u)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{g h^3}{2} \right] = S + \frac{\partial}{\partial x} \left(h v \frac{\partial u}{\partial x} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial (h c)}{\partial t} + \frac{\partial (h u c)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left[D_x \frac{\partial (h c)}{\partial x} \right] = \frac{\partial}{\partial x} \left[D_x \frac{\partial (h c)}{\partial x} \right] + S \quad (3)$$

* 收稿日期: 2007-01-15

基金项目: 教育部高等学校博士学科点专项科研基金资助项目 (20060558060)

作者简介: 李毅能 (1981 年生) 男, 博士研究生; 通讯联系人: 黄平; E-mail: eeshping@mail.sysu.edu.cn

式中, h 为水深; u 是垂向平均的流速; i 分别代表 x 和 y 方向; g 为重力加速度; c 是垂向平均的污染物浓度; $S = S_a - S_b$ 其中 $S_{bi} = -gh \frac{\partial \zeta_i}{\partial x_i}$ 为渠道底坡引起的水面坡降; $S_{fi} = g n^2 u_i \sqrt{|u|} / h^3$ 为摩阻引起的水面坡降; n 为 Manning 糙率系数; D 为扩散系数; $S = -Kh c + S_0 h$ K 为污染物衰减系数; S_0 为源和汇。

2 格子 Boltzmann方法

2.1 水流部分的格子 Boltzmann方法

本文采用方格 D2Q9模型, 即如图 1所示把方格中心的粒子分成 9种, 一种不移动, 其余 8种向图中的 8个方向移动^[20]。根据格子 boltzmann方法的理论, LBM方程考虑了微观粒子在网格中的移动和碰撞, 碰撞项经 BKG近似处理后方方程为^[12]:

f(x + e_a Δt, t + Δt) - f(x, t) = -1/τ (f_i - f^eq) + Δt/ε ∑ e_i F_i(x, t) α = 0 ~ 8 (4)

式中, f 是 α 移动方向上的粒子分布函数; f^eq 是粒子平衡分布函数; τ 是单碰撞松弛时间; e_a 是与方向 α 对应的速度向量; $|e_a| = \Delta x / \Delta t$; Δx 是网格长度; Δt 是时间步长; F_i 是 i 方向的外力项; $N_x = \frac{1}{\epsilon} \sum e_i e_i = 6$ 此时, 物理量 h 和 u 确定为:

h = ∑ f_i u = 1/h ∑ e_i f_i (5)

速度向量 e_a 定义为:

e_a = { 0 α = 0; ie cos(π(α-1)/4) + je sin(π(α-1)/4) α = 1, 3, 5, 7; ie cos(π(α-1)/4) + je sin(π(α-1)/4) α = 2, 4, 6, 8 } (6)

其中 $e = \Delta x / \Delta t$

平衡分布函数表示为^[12]:

f^eq = { h - 5gh^2/6ε^2 - 2h^2u_i u_i / 3ε^2 α = 0; gh^2/6ε^2 + h/3ε e_i u_i + h/2ε e_i e_j u_i u_j - h/6ε u_i u_j δ_ij α = 1, 3, 5, 7; gh^2/24ε^2 + h/12ε e_i u_i + h/8ε e_i e_j u_i u_j - h/24ε u_i u_j δ_ij α = 2, 4, 6, 8 } (7)

经过 Chapman-Enskog 展开^[22], 并利用式 (5)

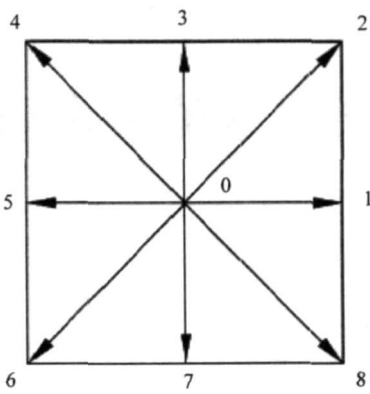


图 1 离散格子和粒子运动方向
Fig. 1 Discrete lattice and the trajectory of particles

和式 (7), 式 (4) 可以得到带粘性项的浅水方程组 (式 (1) 和式 (2))。其中, 外力项和宏观上的粘性系数表示为^[12]:

F_i(x, t) = -gh ∂ζ/∂x_i - S_i v = Δt/6 (2τ - 1) e (8)

2.2 水质部分的格子 Boltzmann方法

本文定义污染物的对流扩散输送的平衡分布函数为 g_a 即

g_a^eq = P_a * [h + 3h e_a u / ε] (9)

其中, P_a = { 4/9 α = 0; 1/9 α = 1, 3, 5, 7; 1/36 α = 2, 4, 6, 8 }

此时可得,

g_a(x + e_a Δt, t + Δt) - g_a(x, t) = -1/τ_a (g_a - g_a^eq) + Δt/e S_a(x, t) α = 0 ~ 8 (10)

其中, τ_a = { τ_x1 α = 1, 5; τ_x3 α = 3, 7; τ_x1x3 α = 2, 4, 6, 8 }

且 $\tau_{x_i x_j} = (\tau_{x_i}^2 + \tau_{x_j}^2) / 2 \sqrt{\tau_{x_i} \tau_{x_j}}$

S_a 为污染源的源或汇项,

S_a(x, t) = P_a (-Kh c + S_0 h) α = 0 ~ 8 (11)

由式 (11) 可以得到

∑ S_a = -Kh c + S_0 h ∑ e_i S_a = 0

于是宏观污染物浓度可由下式确定,

c = 1/h ∑ g_a (12)

上面建立的离散动力学模型能否用于物质输送扩散的模拟, 首先要看它能否以一定精度逼近对流扩散方程:

将式 (10) 进行 Taylor 展开, 得

$$\Delta \left[t \frac{\partial}{\partial t} + (\mathbf{e}_\alpha \cdot \nabla) \right] g_\alpha + \frac{\Delta^2}{2} \left[\frac{\partial}{\partial t} + (\mathbf{e}_\alpha \cdot \nabla) \right]^2 g_\alpha$$
$$g_\alpha O(\Delta t) = -\frac{1}{\tau_\alpha} [g_\alpha - g_\alpha^{eq} + \Delta t S_\alpha] \quad (13)$$

应用 Chapman-Enskog 展开^[18]和多尺度分析:

$$g_\alpha = g_\alpha^{(0)} + \Delta t g_\alpha^{(1)} + \Delta^2 t g_\alpha^{(2)} + \dots \quad (14)$$

将式 (14) 代入式 (13), 可以得到阶方程

$$\left[\frac{\partial}{\partial t} + (\mathbf{e}_\alpha \cdot \nabla) \right] g_\alpha^{(0)} = -\frac{1}{\tau_\alpha} g_\alpha^{(0)} + S_\alpha \quad (15)$$

再利用式 (14) 和 (15) 可以得到 Δ^2 阶方程,

$$\left[\frac{\partial}{\partial t} + (\mathbf{e}_\alpha \cdot \nabla) \right] g_\alpha^{(1)} + \Delta t \left[\frac{\partial}{\partial t} + (\mathbf{e}_\alpha \cdot \nabla) \right]^2 g_\alpha^{(0)}$$
$$\left[1 - \frac{1}{2\tau_\alpha} \right] g_\alpha^{(1)} = -\frac{g_\alpha^{(0)}}{\tau_\alpha} + \frac{\Delta t}{\tau_\alpha} g_\alpha^{(2)} + S_\alpha \quad (16)$$

由 Δ 的任意性和式 (12), 得

$$\sum_\alpha g_\alpha^{(n)} = 0 \quad n = 1, 2, \dots \quad (17)$$

由式 (9) 有

$$\sum_\alpha \mathbf{e}_{\alpha i} g_\alpha^{(0)} = 2^{-2} h c$$
$$[(2\tau_{x_i} - 1)/9 + (2\tau_{x_i x_j} - 1)/18] \quad (18)$$

对式 (16) 求和并利用式 (9)、(12)、(15)、(17) 和 (18), 得

$$\frac{\partial(hg)}{\partial t} + \frac{\partial(hu_i g)}{\partial x_i} = \Delta t e$$
$$[\nabla^2 (\frac{(2\tau_{x_i} - 1)}{9} + \frac{(2\tau_{x_i x_j} - 1)}{18})] + S + O(\Delta t^2)$$

(19)

得到

$$\frac{\partial(hg)}{\partial t} + \frac{\partial(hu_i g)}{\partial x_i} =$$
$$\frac{\partial}{\partial x_i} \Delta t e \cdot \left\{ \frac{(2\tau_{x_i} - 1)}{9} + \frac{(2\tau_{x_i x_j} - 1)}{18} \right\} \frac{\partial(hg)}{\partial x_i} +$$
$$\frac{\partial}{\partial x_i} \Delta t e \cdot \left\{ \frac{(2\tau_{x_i} - 1)}{9} + \frac{(2\tau_{x_i x_j} - 1)}{18} \right\} \frac{\partial(hg)}{\partial x_j} +$$
$$O(\tau_{x_i}^2) + O(\tau_{x_j}^2) + S \quad (20)$$

扩散系数为

$$D_x = \Delta t \left\{ \frac{(2\tau_{x_i} - 1)}{9} + \frac{(2\tau_{x_i x_j} - 1)}{18} \right\} \cdot e \quad (21)$$
$$D_y = \Delta t \left\{ \frac{(2\tau_{x_i} - 1)}{9} + \frac{(2\tau_{x_i x_j} - 1)}{18} \right\} \cdot e \quad (22)$$

2.3 边界条件

(1) 对于已知的开边界, 采用如下的方法求解未知分布函数^[23],

$$f = f + \frac{2hu}{3e} \quad f = \frac{hu}{6e} + f + \frac{f-f}{2},$$

$$f = \frac{hu}{6e} + f + \frac{f-f}{2} \quad (23)$$

(2) 对于无滑闭边界可用改进的 bounce-back 边界条件, 对于滑动边界, 采用固体法向变化梯度为 0 的边界条件^[20-24]。

3 数值试验

3.1 二维不对称纯扩散

4 m×6 m 水深为 2 m 的静止河塘中心, 瞬时 (0.02 s) 排放 10 g 不可降解的污染物, 污染物在水中的扩散运动可以看作是二维纯扩散运动, 并有解析解^[7]:

$$c = \frac{m}{h} \cdot \frac{1}{4\pi t \sqrt{D_x D_y}} \exp(-((x-x_0)^2 / 4(D_x t + (y-y_0)^2 / (4D_y t))) \quad (24)$$

其中, m 是污染物的瞬时投放量; A 是过水断面面积; D 由式 (21) 和 (22) 确定。

取 $\Delta x = \Delta y = 0.1 \text{ m}$, $\Delta t = 0.02 \text{ s}$, $e = 5 \text{ m/s}$, $x_0 = 2 \text{ m}$, $\tau = 0.53$, $D_x = 0.0185 \text{ m}^2/\text{s}$, $D_y = 0.0118 \text{ m}^2/\text{s}$ ($\tau_x = 0.62$, $\tau_y = 0.56$) 给出 $\Delta t = 10$ 的计算结果 (图 2), 相对误差 $R = 1.82\%$, 从结果可以看到计算结果和解析解比较吻合。

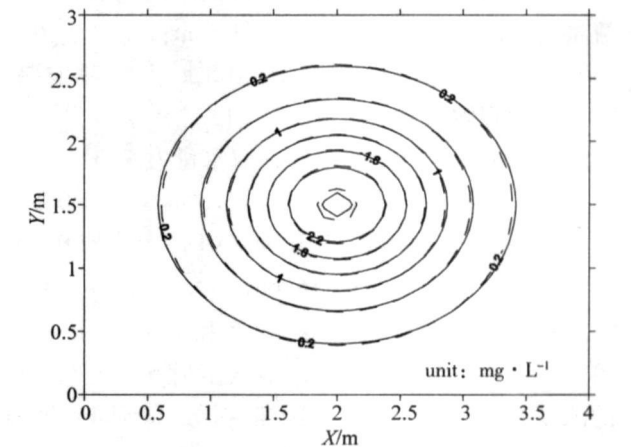


图 2 二维非对称纯扩散在 10 s 时的浓度分布对比图

Fig 2 2-D asymmetric pure diffusion comparison of concentration at 10 s

取 $D_x = 0.0178 \text{ m}^2/\text{s}$, $D_y = 0.0078 \text{ m}^2/\text{s}$ ($\tau_x = 0.62$, $\tau_y = 0.53$) 时, 相对误差变为 2.56%。可见, 当纵向和横向扩散系数相差越大, 模型的精度会略有降低, 但幅度较小。

3.2 二维稳态问题

一长 400 m, 宽 150 m 的平底明渠, 在 $x_0 = 50 \text{ m}$, $y_0 = 75 \text{ m}$ 处有一排污量为 $W = 10 \text{ g/s}$ 的排污口, 污染物的讲解系数为 $K = 0.1/86400 (1/\text{s})$ 。

明渠上游流量恒定为 $Q=132.22\text{ m}^3/\text{s}$ 下游水深为 $h=1.52\text{ m}$ 当排污一定时间后, 污染物浓度在明渠中的分布是一个二维稳态水质问题, 其解析解为^[7]:

$$c=\frac{W}{h}\cdot\frac{1}{\sqrt{4\pi D_y u_0}}\exp(-u_0(y-y_0)^2/(4D_y(x-x_0)))\cdot\exp(-K(x-x_0)/u_0)\quad(27)$$

取 $\Delta x=\Delta y=5\text{ m}$ $\Delta t=0.5\text{ s}$ $u=10\text{ m/s}$ $\tau=0.53$ $n=0.01$ $D_x=0.0083\text{ m}^2/\text{s}$ $D_y=0.015\text{ m}^2/\text{s}$ ($\tau_x=0.54$ $\tau_y=0.6$) 从结果可以看到水质的计算结果和解析解吻合较好 (图 3)。

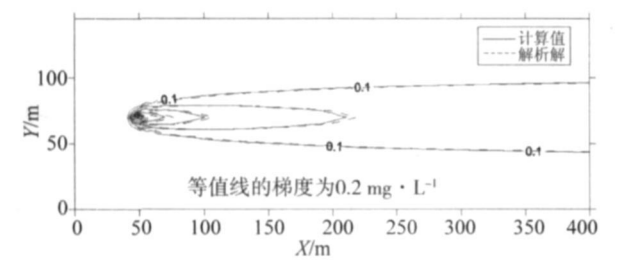


图 3 污染物二维稳态浓度分布对比图
Fig 3 2-D steady distribution comparison of concentration

3.3 恒定流下的排放事故

计算域为 $6\,000\text{ m}\times1\,000\text{ m}$ 的平底河道, 上游流量为 $2\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 下游水深 3.5 m 在离上边界 750 m 的岸边处发生事故, 有 100 kg 污染物泄漏, 污染物的降解系数为 $k=0.1\text{ (1/d)}$, 事故发生点下游 $4\,250\text{ m}$ 处有一取水口, 取水量为 $4\text{ m}^3/\text{s}$ 取 $\Delta x=\Delta y=50\text{ m}$ $\Delta t=5\text{ s}$ $u=10\text{ m/s}$ $\tau=0.55$ D_x 分别取 10 、 16.667 和 $30\text{ m}^2/\text{s}$ (τ_x 分别取 0.55 、 0.8 和 1) D_y 分别取 $16.667\text{ m}^2/\text{s}$ 、 $50\text{ m}^2/\text{s}$ 和 $83.333\text{ m}^2/\text{s}$ (分别取 0.61 、 0.8 和 1.08) 固体边界采用无滑边界。图 4 是事故发生后 6 h 内取水口的浓度变化。表 1 是不同扩散系数 (不同浓度碰撞时间) 下计算结果的峰值对比。

表 1 取水口处最大浓度增值对比

Tab 1 Comparison of max concentration at the intake

τ_y	$C/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$			
	CLBM	FVS	差值	相对误差 /%
0.61	0.712	0.723	-0.011	1.52
0.8	0.551	0.546	0.005	0.92
1.08	0.509	0.500	0.009	1.80

由图 4 实线是 CLBM 的计算结果, 虚线是一阶迎风有限体积通量向量分裂格式 (FVS) 的计算结果, 它们吻合较好, 反映了取水口处浓度增值随时间

变化的分布情况。从表 1 和图 4 可以看出, 随着扩散系数的变化, FVS 的变化幅度要略大于 CLBM 但是差别是很小的。可见, CLBM 能较好的模拟污染物在二维恒定流场下的动态扩散输送。

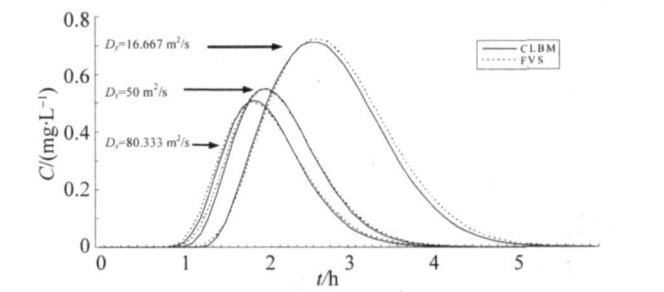


图 4 取水口处随时间变化的浓度分布
Fig 4 The temporal distribution of concentration at the intake

4 结 论

本文在前人的基础上提出改进的 LBM 模型, 使之在求解对流扩散方程时能体现扩散系数的各向异性, 并建立了基于 SWLBM 和改进 LBM 的守恒水流-水质耦合格子 Boltzmann 模型 (CLBM), 它可以从理论上逼近浅水动力学方程组和对流扩散方程。数值模拟了污染物在非对称扩散问题、二维稳态问题的扩散和对流扩散运动, 水流和水质的计算结果都与理论解相当吻合, 但随着纵向和横向扩散系数的差距增大, 模型的精度会略有降低, 不过幅度较小。另外, 应用本模型能模拟二维恒定流下瞬时排放的水流和水质的动态变化, 并与传统的一阶有限体积法进行对比, 结果在下游取水口处两种方法的计算结果十分接近, 相对误差在 1.8% 以下, 证明了本模型能很好的完成水流和水质的动态协同计算, 证明了本模型能很好的完成水流和水质的协同计算, 可为格子 Boltzmann 方法在环境污染模拟中的应用提供依据。此外, 格子 Boltzmann 模型用简单的粒子迁移和相互作用来模拟流体和粒子运动, 各粒子的演变过程用简明的显式表达式来描述, 适合于并行计算, 且边界处理灵活简单, 在环境污染模拟中有一定的应用前景。

参考文献:

[1] 张武生, 杨燕华, 徐济黎. 格子波尔兹曼方法及其应用[J]. 现代机械, 2003(4): 4-6
[2] 杜睿, 施保昌. 格子 Boltzmann 方法中的曲边界处理[J]. 计算物理, 2006 23(4): 405-411.
[3] ROTHMAN D H. Cellular automaton fluid: a model for flow in porous media[J]. Geophysics, 1988 53(4): 509-518.

[4] ROTHMON D H, KELLER J M. Inmiscible cellular automaton fluid[J]. J Stat Phys 1988 52 1119—1127

[5] KARAPPERIS T, BLANKLEIDER B. Cellular automaton model of reaction-transport procession[J]. Physica D 1994 78 30—64

[6] WOLF-GLADROW D. A lattice Boltzmann equation for diffusion[J]. J Stat Phys 1995 79 1023—1032

[7] 程永光, 索丽生. 计算明渠非恒定流的一个 LatticeB-GK模型[J]. 水科学进展, 2000 11(4): 362—367.

[8] 程永光, 索丽生. 二维明渠非恒定流的格子 Boltzmann 模拟[J]. 水科学进展, 2003 14(1): 9—14

[9] 王兴勇, 索丽生, 程永光等. 用 LatticeBoltzmann 方法模拟方柱绕流[J]. 河海大学学报 (自然科学版), 2003 31(3): 259—263

[10] 刘峰, 胡非. 用格子 Boltzmann 方法模拟涌波的反射与绕射[J]. 水利学报, 2004(3): 22—28

[11] SALMON R. The lattice Boltzmann method as a basis for ocean circulation modeling[J]. J Marine Res 1999 29 503—535

[12] ZHOU J G. A lattice Boltzmann model for the shallow water equations[J]. Comput Methods Appl Mech Eng 2002 191 3527—3539

[13] DELLAR P J. Nonhydrodynamic modes and a priori construction of shallow water lattice Boltzmann equations[J]. Phys Rev E 2002 65 036309

[14] 吴锤结, 周菊光. 悬浮颗粒运动的格子 Boltzmann 数值模拟[J]. 力学学报, 2004 36(2): 151—162

[15] BENJAMIN K C, DAVID R N, JOHN R W. A direct simulation method for particle-fluid systems. Engineering Computations[J]. 2004 21 151—168

[16] SHAN X. Simulation of Rayleigh-Benard convection using a lattice Boltzmann method. Physical Review E [J], 1997 55 2780—2788

[17] HE X, CHEN S, DOOLEN G D. A novel thermal model for the lattice Boltzmann method in incompressible limit[J]. Journal of Computational Physics 1998 146 282—300

[18] NAMURO T, YOSHINO M, NOUE H et al. A lattice Boltzmann method for a binary miscible fluid mixture and its application to a heat transfer problem[J]. Journal of Computational Physics 2002 179 201—215

[19] 黄平. 水环境数学模型及其应用. 广州: 广州出版社 [M], 1996 117—119

[20] CHEN S, DOOLEN G D. Lattice Boltzmann method for fluid flows[J]. Ann Rev Fluid Mech 1998 30 329—364

[21] BHATNAGER P L, GROSSE P, KROOK M. A model for collision processes in gases I. Small amplitude processes in charged and neutral one component system [J]. Phys Rev 1954 94 511—524

[22] CHAPMAN S, COWLING T G. The Mathematical Theory of Nonuniform Gases [M]. Cambridge: Cambridge Univ Press 1939 448

[23] ZOU Q, HE X. On pressure and velocity boundary conditions for the lattice Boltzmann BGK model[J]. Phys Fluids 1997(9): 1591—1598

[24] HE X, ZOU Q, LUO L et al. Analytic solutions of simple flows and analysis of non-slip boundary conditions for the Lattice Boltzmann BGK Model[J]. J Stat Phys 1997 87 115—136

A Lattice Boltzmann Model for the Open Channel Shallow Water and Contaminant Transport Equations

LI Yineng HUANG Ping

(School of Environmental Science and Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: A lattice Boltzmann model (LBM) for the open channel shallow water and pollutant transport equations is developed. The model can recover the conservation equations of shallow water dynamics via Chapman-Enskog expansion. A modified LBM is proposed for the anisotropic turbulent dispersion coefficient in the pollutant field. In the modified LBM the relaxation time is different in the x-direction and the y-direction and the local equilibrium has no terms of second order in flow velocity. The numerical tests show that this model strictly obeys the conservation law of mass and momentum. In the numerical test the asymmetric pure diffusion problem and the 2-D steady state convection-diffusion of pollutant problem are simulated. Good agreement is obtained between numerical predictions and analytical solutions and the relative error is less than 3%. Furthermore, the pollutant transport with instantly jet source in 2-D steady flow is simulated. The results reflect the Gaussian distribution of concentration at the intake in the down river. And the agreement is good with the results of the one order upwind finite volume flux vector splitting scheme (FVS). The relative error is less than 1.8% between the two methods at the intake. The model is good at parallel computation and it is a very competitive method for simulation of environmental contamination.

Key words: Lattice Boltzmann method, Shallow water equation, convection with diffusion, Conservation law